



Second Hughlings Jackson Lecture.

Hughlings Jackson

und

die motorischen Rindencentren

im Lichte physiologischer Forschung.



Von

Prof. Dr. Eduard Hitzig.

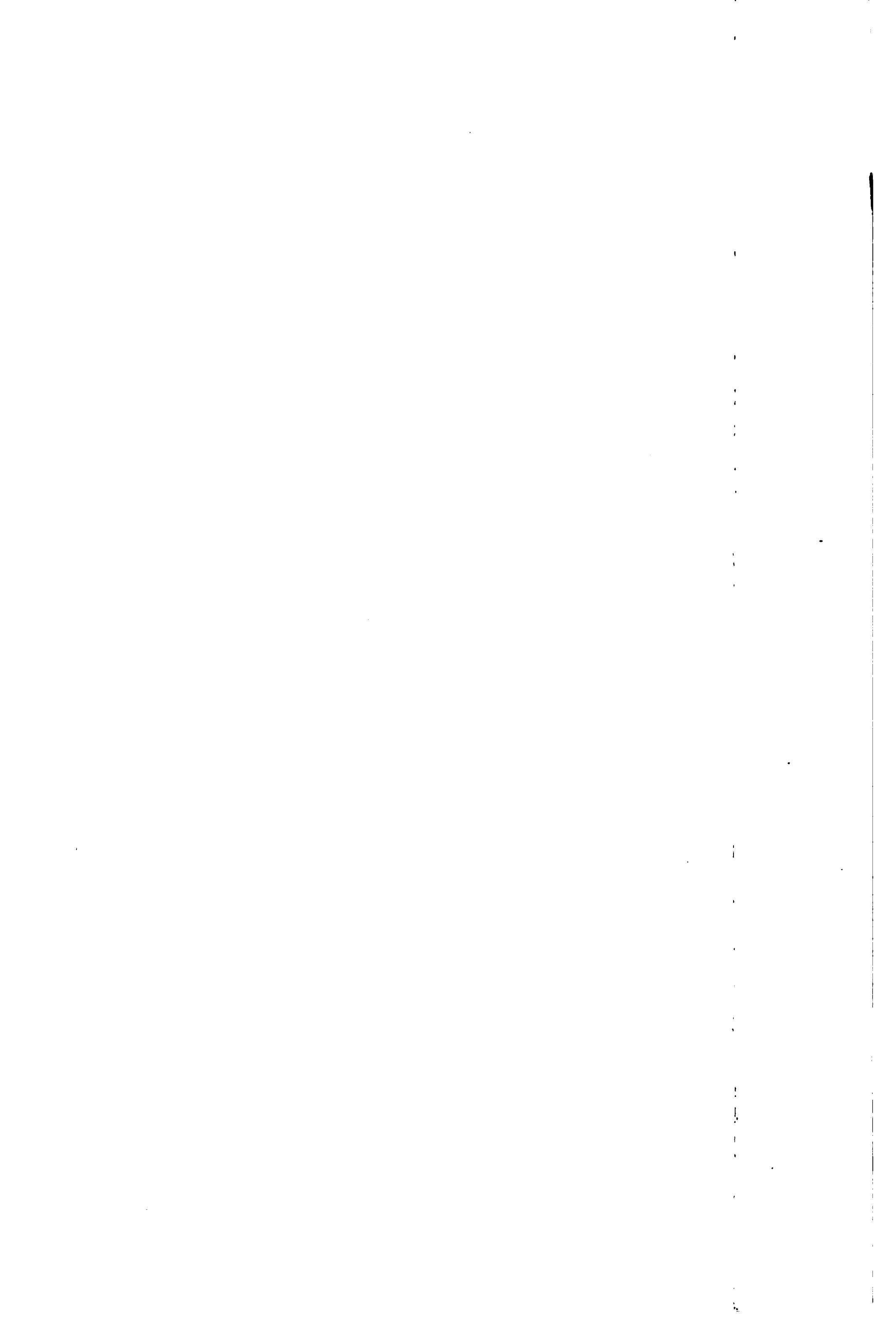
Gelesen in der Neurological Society of London den 29. November 1900.

Berlin 1901.
Verlag von August Hirschwald.
NW. Unter den Linden 68.


Ex-libris
Charles Atwood
Kofoid




F·G·KOSTER·BOEKBINDER·
·AMSTERDAM·

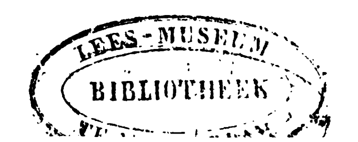


Hughlings Jackson

und

die motorischen Rindencentren

im Lichte physiologischer Forschung.





Second Hughlings Jackson Lecture.

Hughlings Jackson

und

die motorischen Rindencentren

im Lichte physiologischer Forschung.

Von

Prof. Dr. Eduard Hitzig.

Gelesen in der Neurological Society of London
den 29. November 1900.

Berlin 1901.
Verlag von August Hirschwald.
NW. Unter den Linden 68.



Gentlemen, ich weiss wohl, dass man dem alten Horaz wegen seiner Ode: „Exegi monumentum aere perennius" gelegentlich den Vorwurf der Eitelkeit gemacht hat. Die poetische Gestaltung des sie durchziehenden Gedankens war aber vielleicht mehr ein Ausdruck antiker Naivität; denn in der Brust der meisten Menschen lebt der Wunsch nach der Erfüllung jenes prophetischen Wortes der gleichen Ode: „non omnis moriar." Freilich hat diese Hoffnung auf eine Fortdauer über das Vergängliche im engeren Sinne hinaus bei den verschiedenen Völkern und Religionen und wiederum unter den verschiedenen Berufsclassen und Individuen eine sehr verschiedene Gestaltung angenommen. Ein glücklicher Gedanke war es deshalb, der zuerst in diesem Lande die Idee verkörperte, das Andenken an diejenigen Geistesthaten, durch welche bedeutende Männer unseres Faches sich über die grosse Menge erhoben, in abgemessenen Zwischenräumen durch Vorlesungen über einen Theil der Wissenschaft, der sie ihre beste Kraft gewidmet hatten, lebendig und unvergänglich zu erhalten. Unvergänglicher in der That als das todte Erz und geeigneter für die Würdigung geistiger Arbeit ist diese Sitte.

Wir leben in der Zeitlichkeit; absolut Unvergängliches zu schaffen, ist uns deshalb nicht vergönnt. Niemand vermag auch zu sagen, ob das geistige Denkmal, welches diese Gesellschaft Dr. Hughlings Jackson, dem verehrten Manne, den wir zu unserer Freude noch zu den Unsrigen zählen dürfen, hat errichten wollen, so lange Bestand haben wird, als der Dichter seinem Werk weissagte: So lange der Pontifex mit der schweigenden Jungfrau zum Capitol hinaufschritt. Wenn es indessen erlaubt ist, nach der Entwicklung zu urtheilen, welche diese Gesellschaft in den 14 Jahren ihres Bestehens genommen hat, nach der Masse von geistiger Arbeit, die von ihren Mitgliedern geleistet worden ist, und nach dem Einflusse, den diese Arbeiten auf die wissenschaftlichen Anschauungen der medizinischen und philosophischen Welt gewonnen haben,

dann wird auch die Lebensdauer dieses Denkmals eine lange sein und so lange sie währt, wird es dem gefeierten Forscher den schönsten Lohn von allen eintragen: Aus der scheinbar todten Asche werden sich seine Gedanken immer wieder erheben und die Nachwelt zu neuer geistiger Arbeit auf dem von ihm gepflegten Gebiete anregen.

Wenn wir die bedeutendsten Leistungen auf dem Gebiete der Naturwissenschaften in's Auge fassen, so sehen wir, dass dabei immer zwei Eigenschaften vornehmlich wirksam gewesen sind: Die Schärfe der Beobachtung und die Zügelung der Phantasie. Die erstere Eigenschaft ist bei weitem weniger ein Attribut der Sinne, als ein solches der Association. Hunderte sehen den gleichen Vorgang, ohne dass ihnen dabei etwas einfällt. Einer aber sieht diesen Vorgang und er sieht ihn mit anderen Augen, weil er sich in seinem Geiste mit zahlreichen anderen Vorstellungen verknüpft und mit ihnen zu einem Ganzen wird, welches die Phantasie schon als vollendete Wahrheit ausmalt. Und hierin liegt neben dieser besonderen Bevorzugung des forschenden Geistes die Gefahr. Die Wahrheit erfahren wir nur dann, wenn wir den Boden der Wirklichkeit nicht verlassen und der Phantasie die üppigen Triebe beschneiden, so sehr sie auch für den Augenblick unser inneres Auge zu erfreuen vermögen. Das ist der sich immer erneuernde Kampf mit der Hypothese und gegen die Hypothese. Nicht jeder Forscher ist zu jeder Zeit in diesem Kampfe, wie mit der Bethätigung jener beiden Eigenschaften überhaupt, gleich glücklich gewesen. Fast an jeden hervorragenden Namen knüpft sich vielmehr die Erinnerung an eine besonders hervorragende wissenschaftliche That. Was Dr. Hughlings Jackson angeht, so sind seine Verdienste unzweifelhaft sehr mannigfacher Art, und für englische Aerzte ist für die Würdigung, welche seinem Wirken zu Theil geworden ist, unzweifelhaft auch die Art seiner Persönlichkeit nicht ohne Einfluss gewesen. Im Auslande aber verknüpft man mit diesem Namen doch vornehmlich die Erinnerung, dass er zuerst es war, der die schon von manchen Anderen früher beobachteten partiellen corticalen Krämpfe in zutreffender Deutung der Beobachtung auf eigene Innervationscentra bezog und auf diese Weise auf die Existenz von motorischen Centren im Grosshirn schloss, ja sogar ihre ungefähre Lage bis zu einem gewissen Grade angab, schon bevor die physiolo-

gische Forschung diesen Nachweis mit Sicherheit zu führen vermochte. Die wissenschaftliche Welt hat deshalb, wie Ihnen ja Allen bekannt ist, diesen Krämpfen den Namen der Jackson'schen Krämpfe gegeben, und es mag unter diesen Umständen gerechtfertigt, ja geboten erscheinen, welchen Theil der Wirksamkeit Dr. Jackson's spätere Lecturers auch zum Ausgangspunkte ihrer Betrachtungen wählen mögen, dass ich, der Erste[1]), welcher zur Würdigung seines Wirkens berufen ist, das Thema wähle: Welche Entwicklung die Lehre von den motorischen Rindencentren seit jenen Arbeiten Dr. Jackson's in Folge physiologischer Untersuchungen genommen hat.

Hierin denke ich auch, den Intentionen dieser Gesellschaft zu entsprechen, denn wenn sie gerade mich zum ersten dieser Lecturer berufen hat, so mag dies wohl aus keinem anderen Grunde geschehen sein, als weil gerade ich der Erste war, der vor nunmehr mehr als 30 Jahren dasjenige durch den physiologischen Versuch bestätigte und näher definirte, was Hughlings Jackson aus klinischen Thatsachen geschlossen hatte. Aus diesem Grunde glaube und hoffe ich auch, dass die verehrten anwesenden Mitglieder mit Nachsicht alle diejenigen Mängel beurtheilen werden, welche mit meiner mangelhaften Beherrschung der englischen Sprache zusammenhängen.

Aus der Art der mir gestellten Aufgabe ergiebt sich von selbst, dass ihre Lösung zum grossen Theil auf dem historischen Wege erfolgen muss und hieraus ergiebt sich weiter, dass dieser Theil dieser lecture manchen Mitgliedern nur Bekanntes, vielen Mitgliedern aber wenigstens manches Bekannte bringen wird. Immerhin aber mag es nicht ohne Interesse sein, alle diese Thatsachen in einer gedrängten Uebersicht und von denjenigen Gesichtspunkten aus zu betrachten, wie sie einem Manne erscheinen, der sich eine so lange Zeit hindurch mit ihnen und mit den verwandten Fragen beschäftigt hat. Bei der Behandlung des Stoffes, der im Laufe dieser 30 Jahre einen ganz aussergewöhnlichen Umfang angenommen hat, zwingt mich die Zeit und Gelegenheit, mich auf diejenigen Thatsachen und denjenigen Theil ihrer Würdigung zu beschränken,

---

1) Die erste dieser „Lectures" hat auf den Wunsch der Neurological Society Herr Dr. Hughlings Jackson selbst am 8. December 1897 gelesen.

welcher für die scharfe, wenn auch skizzenhafte Zeichnung des zu entwerfenden Bildes erforderlich ist; ich werde also zahlreiche werthvolle Mittheilungen englischer und anderer Autoren selbst auf physiologischem Gebiete übergehen müssen, während ich meinen Nachfolgern an dieser Stelle die Betrachtung der anatomischen und pathologischen Seiten dieser Fragen gänzlich überlassen muss. Indessen wird sich alsbald herausstellen, dass es ganz unmöglich ist, die Betrachtung lediglich auf die centrifugale Function der motorischen Rindencentren zu beschränken, sondern dass wir gezwungen sein werden, immerhin innerhalb gewisser Grenzen, uns auch mit den sensibeln Functionen des Grosshirns zu beschäftigen.

Durch das gestellte Thema ergiebt es sich von selbst, dass wir mit der Darlegung der Ansichten zu beginnen haben, welche Hughlings Jackson vor der ersten physiologischen Arbeit über die motorischen Rindencentren ausgesprochen hat — und da trifft es sich sehr gut, dass er diese seine Ansichten unmittelbar vor dem Erscheinen jener Arbeit im Jahre 1870 in einem Aufsatz: Study of Convulsions zusammengefasst hat.

Es empfiehlt sich, von der Auffassung auszugehen, die Dr. Jackson von den Eigenschaften der Substanz des Gehirns besitzt. In dieser Beziehung spricht er zunächst mit voller Bestimmtheit den Satz aus, dass der grauen Substanz, und ihr allein, die Eigenschaft zukommt, Bewegungen und insbesondere Krämpfe auszulösen — ein Satz, der für mich von jeher ein Axiom gewesen und geblieben ist — und ferner die Meinung, dass Lähmung durch Verletzung von Nervenfasern hervorgebracht wird — ein Satz, über dessen Richtigkeit in dieser exclusiven Form man streiten kann. Die Entstehung der Bewegung aus der grauen Substanz wird durch die Contractionen der arteriellen Gefässe vermittelt, und zwar in der Weise, dass jede vorhergehende Thätigkeitsäusserung eines Bezirks der grauen Substanz, durch Vermittelung der arteriellen Innervation die Thätigkeit eines anderen Bezirkes anregt. Man kann diese Vorgänge also als Entladungen, die sich in der grauen Substanz nach der Art der Vertheilung ihrer Blutgefässe ausdehnen, betrachten. Und wenn man dies so auffasst, so wird einerseits der Process grundsätzlich bei der Athmung, beim Gehen und beim Denken derselbe sein, andererseits wird man auch keinen qualitativen, sondern

auch nur einen quantitativen Unterschied zwischen den gewaltsamen und regellosen Bewegungen der cerebralen Krämpfe und den mit geringem Kraftaufwand ausgeführten und coordinirten Bewegungen des normalen Lebens anzuerkennen haben.[1])

Da nun die so als ein einheitliches Ganze definirten Bewegungen von dem Vorhandensein der grauen Substanz abhängen, so ist deren relative Mächtigkeit begünstigend für die Entstehung, sei es von normalen, sei es von krampfhaften Bewegungen. Folgerecht wird das Corpus striatum, insofern es eine geringere Menge von grauer Substanz enthält, weniger leicht, und die Hirnrinde, insofern sie eine grössere Menge von grauer Substanz enthält, leichter zu allen diesen Bewegungserscheinungen befähigt sein, ja Jackson setzt voraus, dass diese bei schweren Convulsionen unter allen Umständen anzuschuldigen sei.

Das Verhältniss des Grosshirns zu dem Corpus striatum hat man so aufzufassen, dass in dem letzteren die einfacheren und in dem ersteren die zusammengesetzteren (more intricate) Coordinationen von Eindrücken und Bewegungen in Zeit und Raum repräsentirt sind. Es treten nämlich hier zahlreiche andere Elemente hinzu, während aber doch an jeder Stelle der Hirnrinde die im Corpus striatum vorhandenen Einheiten wieder erscheinen. Wenn nun die Erfahrung lehrt, dass die motorische Function je einer ganzen Körperhälfte durch Zerstörung einer kleinen Stelle des Corpus striatum aufgehoben werden kann, während eine viel grössere Zerstörung der Hirnrinde nicht zur Lähmung führt, so beruht dies eben auf jenem Zuwachs von neuen Formationen von Nervensubstanz, durch welche jene Aggregate des Corpus striatum in der Hirnrinde auf

---

1) Dieser Gedankengang kehrt in zahlreichen Abhandlungen Jackson's wieder, z. B. Localisation of Movements, 1875, p. 32: „Der Schluss ist zwingend, dass es ebensowohl ein motorisches als ein sensorisches Element innerhalb der nervösen Anordnung in dem Seelenorgan geben muss, welches sich in schwacher Weise entladet, wenn wir an irgend einen Gegenstand denken.“ („The inference is irresistible that there must be a motor, as well as a sensory, element in the „organ of mind“ which is faintly discharged when we „think of“ an object.“) „Schwache Entladungen entstehen bei Reproduction, starke Entladungen bei der ersten Production sinnlicher Wahrnehmungen. Bei Krampfanfällen ist die Entladung excessiv.“

weite Flächen auseinander gedrängt werden. Aber man muss sich den Structurplan des Nervensystems nicht so vorstellen, dass in einer Windung nur die Bewegung des Arms, in einer anderen nur die der Sprache und in einer dritten nur die des Beins repräsentirt sei. Vielmehr enthält jede einzelne Windung ein Vielfaches von Elementen einer einzelnen Einheit des Corpus striatum, z. B. des Arms und eine geringere Zahl von Elementen einer anderen jener Einheiten, z. B. des Beins und des Gesichts.

Im Ganzen genommen wird also die Grosshirnrinde als ein Organ aufgefasst, in dem Bewegungen und Empfindungen repräsentirt sind, und in welchem eine bestimmte Art von Localisation für diese Bewegungen und Empfindungen existirt, so etwa, wie sie sich Luciani in einer seiner späteren Arbeiten vorgestellt hat.

Allerdings erfahren wir hier über die Rolle, welche die niederen und die höheren Sinneswahrnehmungen im Grosshirn spielen, nur wenig. Hughlings Jackson nimmt an, dass eine gleichsam segmentäre Verbindung motorischer und sensibler Fasern mit dem Corpus striatum bestände, indem Muskelnerven und die sensiblen Fasern von der Haut, die diese Muskeln bedeckt, dort zusammenträfen, und er meint, dass auf diese Weise sich die Coupirung von Anfällen durch die Ligatur eines Gliedes erklären lasse, aber bis zur Hirnrinde lässt er diese Fasercomplexe nicht vordringen. Was nun gar die höheren Sinne angeht, so erfahren wir sogar, dass einfache Zerstörung von grossen Theilen der Hemisphären keine Blindheit oder auch nur Gesichtsdefecte verursacht.[1])

---

1) Ueber diesen Punkt finden wir in „the Localisation of Movements", p. 41, folgende Auslassungen: „Ich wünsche hervorzuheben, dass ich darauf hingewiesen habe, dass eine Erkrankung der Hinterlappen, hauptsächlich des rechten, obwohl sie keinen Verlust des Sehvermögens hervorbringt, einen Verlust oder einen Defect der Gesichtswahrnehmungen (Imperception) oder, wie ich jetzt vorziehe zu sagen, Defect des Wiedererkennens hervorbringt." (Wer denkt da nicht an die Munk'sche „Seelenblindheit"!) („I wish to point out that I have suggested that disease of the posterior lobes, chiefly of the right one, although it does not produce loss of sight, does produce loss or defect of visual Perception (Imperception); or as I now prefer to say, Defect of Recognition.") Ferner ebenda Anmerkung: „Ich stelle vier Thatsachen fest: 1. Zerstörung keines Theiles der

Betrachten wir alsdann die Art und Weise, in der Hughlings Jackson von den motorischen Functionen der mit den beschriebenen Eigenschaften ausgestatteten Hirnrinde redet, so drängt sich uns sofort die Ueberzeugung auf, dass er bei allen seinen Ueberlegungen und Schlüssen durch den auf die Lehre von Flourens basirten, fest eingewurzelten Irrthum des damaligen Zeitalters behindert und abgelenkt wurde, dass nämlich die eigentlichen Bewegungscentren allein und ausschliesslich im Corpus striatum gelagert seien. Man kann verfolgen, wie die eigenen Erfahrungen und die Schlüsse Hughlings Jackson's ihn immer wieder auf die Hirnrinde hindrängen, während er andererseits an das Corpus striatum dadurch gefesselt wird, dass die allgemeine Ansicht die durch die Zerstörung der in der inneren Capsel gelagerten Leitungsbahnen bedingten Hemiplegien auf supponirte in den grauen Massen dieser Ganglien belegene Centren bezog.[1])

Die nächste Folge dieser Auffassung in Verbindung mit Hughlings Jackson's Hypothese über die Rolle der Blutgefässe ist nun, dass er den Ort, von dem die von ihm besprochenen Krämpfe ausgehen, in dem von der Arteria

---

Hemisphäre bringt Blindheit hervor, 2. Entladung von Theilen derselben (ich denke hauptsächlich an den hinteren Theil) bedingt farbige Visionen, 3. ein Tumor daselbst führt zu Neuritis optica, infolge deren Defect oder Verlust des Sehvermöges eintreten oder nicht eintreten kann, 4. Erkrankung des Hinterlappens (des rechten) bringt Defect der Wahrnehmung hervor." („I make four statements: 1. Destruction of no part of the cerebral hemisphere produces loss of sight. 2. Discharge of parts of it (I think posterior part chiefly) produces coloured vision. 3. Tumour in it leads to changes in the optic nerve (optic neuritis), in consequence of which defect or loss of sight may or may not follow. 4. Disease of the Posterior lobe (right) produces defect of Perception."

1) Vgl. Localisation of Movements, p. 2: „Zu jener Zeit (1868) glaubte ich allerdings, dass das Corpus striatum der sich bei einseitig beginnenden Krämpfen entladende Theil sei, obwohl ich damals und mehrere Jahre zuvor glaubte, dass die Windungen Vorrichtungen, welche Bewegungen repräsentiren, enthielten." A that time (1868), however, I believed the Corpus striatum to be the part discharged in convulsions, beginning unilaterally, although then and several years before I believed the convolutions also to contain processes representing movements."

fossae Sylvii versorgten Gebiete sucht, insofern nämlich, als dieses Gefäss das Corpus striatum und viele benachbarte Windungen mit Blut versieht. Mit dieser Auffassung stimmen dann die sehr bemerkenswerthen Aeusserungen über die klinischen Begleitsymptome der Aphasie überein, dass ein Krampfanfall, welcher mit zeitweisem Verlust der Sprache verläuft, immer rechtsseitig im Gesicht oder der Zunge beginnt und dass kein solcher Sprachdefect vorkommt, wenn ein ähnlicher Anfall in der rechten Hand oder im rechten Fuss beginnt. Dr. Jackson sagt mit aller Bestimmtheit, er sei nur im Stande zu schliessen, dass die Krankheit, von der jener Sprachverlust abhängig ist, hauptsächlich in demjenigen Theil des Corpus striatum sässe, der Broca's Windung in sich schliesst, und ebenso, dass die nach solchen Anfällen auftretende Hemiplegie von Veränderungen in dieser Region abhängig sei. Ebenso giebt Hughlings Jackson an der Hand seiner Erfahrung an, dass unter Tumorsymptomen verlaufende Krampfanfälle, welche in der Hand beginnen, von einer Herderkrankung von Windungen der Arteria fossae Sylvii abhängen. Weniger glücklich ist er mit der Vermuthung, dass die Ursache eines im Fuss beginnenden Krampfanfalles vielleicht in der Gegend des Thalamus opticus zu suchen sein möge.

Wir haben schon gesehen, dass die Hirnrinde in den damaligen Anschauungen Hughlings Jackson's nach der uns beschäftigenden Richtung hin eigentlich keine wesentlich andere Rolle spielt, als die anderweitige centrale graue Substanz. Sie sollte eben befähigt sein, grosse Mengen von Entladungs- oder Explosionsmaterial zu produciren und aufzuspeichern. Dieses Material musste dann fortwährend oder anfallsweise unter Benutzung des motorischen Tracts durch die sämmtlichen niederen Centren entladen werden. Allgemeine epileptische Krämpfe und jene Krämpfe, welche ihren Namen nach Dr. Jackson erhalten haben, unterscheiden sich nun ihrem Wesen nach dadurch, dass bei den letzteren solche Windungen entladen werden, die von dem motorischen Tract entfernter liegen, während bei den gewöhnlichen epileptischen Anfällen das Umgekehrte zutrifft. Nur so weit reicht der Einfluss der Rinde auf die Bewegung. Die epileptische Hemiplegie von Todd insbesondere hängt nicht direct von der organischen Erkrankung ab, sondern sie ist das Resultat von

Ueberanstrengung der Nervenfasern, die von der sich entladenden Partie zu den krampfenden Muskeln führen.[1])

Eines der wesentlichsten Verdienste von Dr. Jackson besteht bekanntlich in der Beschreibung der Art, in der diese seine partiellen Krampfanfälle sich entwickeln. Er sagt an dieser Stelle: „Anfälle, die im Fuss beginnen, haben einen anderen Verlauf, als die, welche in der Hand beginnen. Wenn ein Anfall der Hand beginnt, so steigt er den Arm aufwärts und das Bein abwärts. Nun erzählen mir Patienten, die Anfälle haben, die im Fuss beginnen, dass der Krampf das Bein hinauf und den Arm hinab steigt.“

„Der Anfall beginnt am häufigsten in denjenigen Theilen, die am meisten bei der Hemiplegie leiden, und dies sind immer diejenigen Muskeln, die am meisten bei der willkürlichen, isolirten Bewegung betheiligt sind.“

Es giebt wenig Fälle, bei denen die Anfälle anders beginnen, „als in der Gegend des Gesichts (gewöhnlich die Backe), in der Hand oder im Fuss, sie beginnen sehr selten im Oberarm oder in der Wade. — In den Händen beginnende Anfälle sind häufig, in der Backe und Zunge beginnende Anfälle sind weniger häufig, im Fuss be-

1) Eine Erkrankung der Hemisphäre verursacht niemals eine auf eine Seite begrenzte Lähmung, wenn sie nicht etwa auch den motorischen „Tract“ in sich begreift oder beleidigt. — — — Sie verursacht keine Hemiplegie, das heisst dadurch, dass sie einen grossen Theil der Hemisphäre zerstört. — — — Die Lähmung hängt von den secundären Veränderungen in der Umgebung der organischen Erkrankung oder vielmehr von der übermässigen Bethätigung von Nervenfasern bei den übermässigen durch sie verlaufenden Entladungen ab, welche diese secundären Veränderungen zulassen. — — — Die Behauptung geht dahin, dass Hemiplegie nicht von Verlust desjenigen Theiles der Hemisphäre abhängt, der von der Krankheit zerstört ist.“ („Disease in the hemisphere never causes palsy limited to one side, unless it also involves or squeezes the motor tract. — — — It does not cause hemiplegia that is, by destroying a large part of the hemisphere. — — — The palsy depends on secondary changes near the coarse disease, or rather on the „overwork“ of nerve fibres by the excessive discharge on them which these secondary changes permit. — — — The assertion is, that hemiplegia does not result from lack of the part of the hemisphere destroyed by the disease.“

ginnende Anfälle sind selten. — Die Anfälle, die in der Hand beginnen, beginnen gewöhnlich im Zeigefinger und Daumen; die Anfälle, welche im Fuss beginnen, beginnen gewöhnlich in der grossen Zehe."

Wenn man das Gesammtresultat dieser Lehren von Dr. Jackson ins Auge fasst, so erkennt man von unserem jetzigen Standpunkt aus leicht, an welchen Orten und nach wie vielen Richtungen hin sie noch der Ergänzung und Berichtigung bedurften. Mit dem gleichen Blick erfasst man aber die Thatsache, wie einerseits die Klinik, andererseits die Physiologie und endlich die Anatomie zwar ihr eigenes Recht auf selbständige Forschung besitzen, wie sie aber derart von einander abhängig sind, dass die volle Erkenntniss der Wahrheit nur aus der gemeinschaftlichen Verwerthung der Resultate aller dieser Wissenschaften erwachsen kann.

Es ist wohl kaum möglich, dies schlagender zu beweisen, als durch den Einfluss, den schon die ersten physiologichen Untersuchungen über die Eigenschaften der Hirnrinde gerade auf die Schlüsse aus jenen klinischen und anatomischen Befunden insbesondere auf die Theorien von Hughlings Jackson ausgeübt haben.

Diese Versuche sind so bekannt, dass ich auf ihre eingehendere Beschreibung verzichten und mich nur mit der Hervorhebung einiger Punkte, welche später noch zu discutiren sind, begnügen darf.

Durch Reizversuche mit dem galvanischen und dem faradischen Strom wurde bewiesen, dass die Muskeln der Extremitäten, des Nackens, des Stammes und des Facialis von bestimmten, eng umgrenzten Partien des Gyrus sigmoides und einer benachbarten Windung des Hundehirns aus in Bewegung gesetzt werden können. Ferner lehrten ganz kleine oberflächliche Abtragungen der Rinde des Gyrus sigmoides, dass dadurch eine eigenthümliche Störung der Bewegung entsteht.

Endlich fand die Theorie Dr. Jackson's über die Ladung der Rinde und ihre Entladung in localen und allgemeinen Krampfanfällen durch die Methode der faradischen Reizung ihre praktische Bestätigung. Thatsächlich wird die Rinde, und zwar sogar durch eine kurze Reihe von selbst schwachen Inductionsschlägen, derart geladen, dass noch nach Aufhören der Reizung locale Krampfanfälle, die sich weiter verbreiten und zu allgemeinen

Krampfanfällen entwickeln können, entstehen. Die Phänomene einer solchen Ladung sind durch François Frank und Pitres eingehender studirt und graphisch dargestellt worden. Da eine solche Ladung auch von entfernter liegenden Punkten der Rinde aus geschehen kann, so sollte schon aus diesem Grunde die elektrische Absuchung der Rinde niemals ohne die Controlle des galvanischen Stromes, der zu residualer Ladung der Rinde nicht führt, oder doch durch einzelne Inductionsschläge vorgenommen werden.

Die Art der Verbreitung dieser Entladung wurde in grossen Zügen schon durch die ersten Entdecker beschrieben. Die späteren Untersuchungen von Luciani[1]), Franck et Pitres[2]), Unverricht[3]) und vielen Anderen ergaben in Uebereinstimmung damit, dass diese Verbreitung auf der Hirnrinde derart erfolgt, dass der Reiz sich von der ursprünglich gereizten Stelle aus den benachbarten corticalen Gebieten mittheilt und insbesondere zeigte zuerst Luciani, dann Munk[4]), Bubnoff und Heidenhain[5]), Ziehen[6]) und Andere, dass eine solche Entladung durch Abtragung einer local begrenzten corticalen Partie local derart beeinflusst werden kann, dass die in der abgetragenen Stelle repräsentirten Motoren nicht mehr in der früheren Weise krampfen. Namentlich die Verfolgung von solchen künstlich erregten Krampfanfällen auf der Hirnrinde des Affen und ihre Vergleichung mit den nun besser begriffenen mono- und hemispastischen Krampfanfällen ergab die grundsätzliche Uebereinstimmung aller dieser Thatsachen unter einander und mit der von

---

1) Luciani, Sulla patogenesi dell' epilessia. Rivista sperim. di Freniatria 1878 u. 1881.

2) Franck et Pitres, Encéphal. Dictionn. encyclop. (Dechambre.)

3) Unverricht, Experimentelle und klinische Untersuchungen über die Epilepsie. Arch. f. Psychiatrie. Bd. XIV.

4) Munk, Lehrbuch der Gehirnkrankheiten von Wernicke. 1881. Bd. I. S. 240.

5) Bubnoff und Heidenhain, Ueber Erregungs- und Hemmungsvorgänge innerhalb der motorischen Rindencentren. Pflüger's Arch. Bd. XXVI.

6) Ziehen, Ueber die Krämpfe infolge elektrischer Reizung der Grosshirnrinde. Arch. f. Psych. Bd. XIII.

Hughlings Jackson gegebenen mustergültigen klinischen Beschreibung. Sie zeigte aber auch gleichzeitig, dass die von ihm aufgestellte Hypothese nur insoweit richtig war, als sie sich auf die Existenz corticaler Centren im Allgemeinen, nicht aber insoweit sie sich auf die Annahme mehrfacher Centren bezog, durch welche der verschiedene Verlauf jener Krampfanfälle erklärt werden sollte.

Ebensowenig wie auf die Einzelheiten der zuerst erwähnten Untersuchungen soll auf die überaus zahlreichen Untersuchungen, durch welche die zuletzt angeführten Thatsachen vervollständigt wurden, näher eingegangen werden. Vielmehr ist es meine Aufgabe, die verschiedenen Theorien zu erörtern, nach denen die neugefundenen Thatsachen aufgefasst und erläutert wurden.

Man kann die hier aufgeworfenen Fragen in zwei ungleich grosse Gruppen theilen, nämlich erstens die Frage, ob die Gesammtsumme unserer Erfahrung uns wirklich zu der Annahme von Centren in der Hirnrinde berechtigt und zweitens die in so überaus verschiedener Art beantwortete Frage, in welcher Weise solche Centren etwa functioniren möchten.

Es wäre gewiss richtig, gleich am Anfang dieser Erörterung zu definiren, was unter dem Begriff „Centrum“ verstanden werden soll, um so wichtiger, als dieser Ausdruck in der Literatur in der allerverschiedensten Weise angewendet worden ist und zu wenig angenehmen Missverständnissen Veranlassung gegeben hat. Es wird sich aber zeigen, dass eine solche allgemein gültige Definition in wenigen Worten überhaupt nicht gegeben werden kann. Wir können uns jedoch für das Bedürfniss des Augenblicks damit begnügen, dass wir unter Centrum eine, immerhin nicht etwa linear begrenzte Oertlichkeit in der Hirnrinde verstehen, innerhalb deren bestimmte Gruppen von Vorstellungen anatomisch und functionell localisirt sind; in unserem Falle würde es sich also um Bewegungsvorstellungen und motorische Functionen handeln, gleichviel, wie man sich deren Zustandekommen denken mag. Der wesentlichste Punkt ist also die Rechtsbeständigkeit der Localisation oder mit anderen Worten, ob die Lehre von Flourens mit Bezug auf die Motilität noch haltbar ist oder nicht.

Die Existenz solcher Centren wurde von jeher und

wird noch jetzt von Goltz und einer Anzahl seiner Schüler, von Schiff und Anderen bestritten. Diese Gegner erhoben eine Reihe von Einwänden gegen die Beweiskraft sowohl der Reizversuche, als der Lähmungsversuche.

Was die Ersteren angeht, so hat neben vielen Anderen namentlich Goltz[1]) immer wieder behauptet, dass sie wegen der Möglichkeit der Diffusion des elektrischen Stromes überhaupt nichts bewiesen. Er ist aber meiner Aufforderung, mir den Ort zu zeigen, an den diese Ströme mit wirksamem Erfolg diffundiren könnten, niemals nachgekommen und hat schliesslich durchblicken lassen, dass er wohl die unmittelbar subcortical gelegene Faserung meine. Ueberdies war die Frage schon in meiner ersten Abhandlung mit der grössten Vorsicht besprochen worden, und ich hatte damals, gestützt einerseits auf directe corticale Reizung, andererseits auf die Reizung der weissen Substanz mit isolirten Nadeln, den Schluss gezogen, dass nur die Erregbarkeit der letzteren direct bewiesen sei, dass man aber indirect mindestens auf die Function, wenn nicht auf die Erregbarkeit der grauen Substanz insofern schliessen könne, als man nach Lage der Sache mit Nothwendigkeit den Ursprung jener reizbaren Fasern aus den benachbarten corticalen Zellen annehmen musste.

Seitdem ist aber auch der directe Beweis für die elektrische Erregbarkeit der Rinde, für die Existenz von Centren in derselben und der directe Gegenbeweis gegen die erhobenen Einwände in der mannigfaltigsten Weise erbracht worden. Es ergab sich, dass die elektrischen Reizeffekte nach Unterschneidung der Rinde nur unter Anwendung ausserordentlich viel stärkerer Ströme eintreten, dass aber die Umschneidung eines Centrums, welche die Diffusion der Ströme nicht hindert, ebensowenig, wie seine Isolirung durch Glasplatten, welche die Diffusion hindert, irgend etwas an den elektrischen Reizeffekten ändert, wenn nur die directe, corticomusculäre Bahn unverletzt geblieben ist. Absolut entscheidend waren jedoch die Versuche von Bubnoff und Heidenhain (l. c.), sowie von François-Franck et Pitres (l. c.), durch welche eine ganz verschiedene Art der elektrischen Reaktion der grauen und

1) Friedrich Goltz, Ueber die Verrichtungen des Grosshirns. Gesammelte Abhandlungen. Bonn 1881.

der weissen Substanz nachgewiesen wurde. Die Reaktionszeit, welche zwischen dem Einbruch des Stromes und dem Beginn der Zuckung verfliesst, fällt bei Reizung der weissen Substanz wesentlich kürzer aus, als bei Reizung der grauen Substanz; die von beiden gezeichneten Muskelcurven zeigen die wesentlichsten Differenzen von einander, und endlich besitzt die weisse Substanz nicht die Fähigkeit, durch Induktionsströme geladen zu werden und sich dann in localen oder allgemeinen Krämpfen zu entladen. In ähnlichem Sinne spricht die verschiedene Reaktion der Rinde und des Marks auf eine Anzahl von Giften.

Durch die interessanten Untersuchungen von Horsley und Gotch[1]) wurde ferner bewiesen, dass eine du Bois-Reymond'sche negative Schwankung des Stromes des ruhenden Nerven im Rückenmark bei Reizung des zugehörigen Rindencentrums und nur bei Reizung gerade dieses Centrums eintritt. Endlich haben in neuester Zeit Untersuchungen von Larionow[2]) gelehrt, dass diese negative Schwankung auch in umgekehrter Richtung nachzuweisen ist, insofern nämlich, als die corticalen Aktionsströme eine local begrenzte Aenderung durch die Application peripherer Reize erfahren.

Wenn man alle diese Thatsachen zusammenhält, so kann nicht der geringste Zweifel bestehen, dass schon allein durch die Resultate der verschiedenen elektrischen Untersuchungsmethoden die Existenz von functionell verschiedenen Centren, insbesondere von solchen motorischer Natur in der Hirnrinde selbst dann sichergestellt wäre, wenn die Resultate der Exstirpationsversuche nicht im gleichen Sinne sprächen.

Allerdings hat Goltz, den man wohl als Repräsentanten der Gegner der Localisationslehre betrachten darf, durch seine Exstirpationsversuche bis in die neueste Zeit

---

1) Horsley and Gotch, On the mammalian nervous system etc.' Philosoph. Trans. Vol. 182. 1891.

2) Larionow, Ueber galvanometrische Messungen der Ströme in der Rinde der Schläfenwindungen bei Reizung der peripheren Gehörorgane. Monatsschr. f. Psychiatrie etc. Bd. V. 1899. S. 464.

Eine ausführlichere Publication als die der citirten Stelle wird vielleicht manche Bedenken gegen die Befunde des Verfassers zerstreuen. Mich selbst haben ähnliche Versuche bereits seit dem Jahre 1874 beschäftigt.

diese Lehre auf das Eifrigste bekämpft. Indessen werden wir sehen, dass seine eigenen Versuche ihn ungeachtet dessen, was er selbst dagegen sagen mag, obschon auf einem grossen Umwege, dennoch der Hauptsache nach zu derjenigen Anschauungsweise zurückgeführt haben, welche für mich bereits im Jahre 1870 den Ausgangspunkt für meine Betrachtung der Funktionen des Grosshirns gebildet hat. Wenn dieser Forscher, dessen Leistungen auf dem Gebiete der Physiologie des Centralnervensystems ich immer auf dass Höchste geschätzt und anerkannt habe, gleichwohl Veranlassung zu unerquicklichen Streitigkeiten und damit auch zur Verbreitung grosser Unklarheit über die uns beschäftigenden Fragen gegeben hat, so hatte dies, wie für Jeden, der die Literatur kennt, ganz klar ist, seinen Grund in den ungeeigneten Operationsmethoden, welche er im Beginne seiner Untersuchungen angewendet hat. In dem Augenblicke, in dem er Methoden anwendete, welche eine, wenn auch nur mangelhafte Localisation gestatteten, kam er zu Resultaten, welche sich mit den meinigen und denen gleichdenkender Forscher sehr wohl vereinigen lassen.

Bekanntlich hat Goltz seine Ausschaltungen damit begonnen, dass er die Hirnmasse durch einen Wasserstrahl herausspülte, den er nach Anlegung eines oder mehrerer Trepanlöcher vermittelst verschieden geformter Canülen auf das Gehirn einwirken liess. Er durchspülte so das Gehirn in den verschiedensten Richtungen und in verschiedener Tiefe, ohne die Ausdehnung der gesetzten Zerstörungen mitzutheilen oder meiner Ansicht nach, controlliren zu können. Er selbst führt an, dass bei diesem Verfahren durch Druck auf das verlängerte Mark bei sehr vielen Thieren plötzlich Stillstand der Athmung und des Herzschlages eintrat. Anderen Thieren zerfleischte er das Gehirn mit einem von R. Ewald angegebenen Instrument, einem sogenannten Scheerenbohrer.

Wenn man Untersuchungen über Localisation vornehmen will, so ist es — was Goltz auch immer dagegen eingewendet hat oder einwenden mag — eine einfache Forderung der Logik, dass man local entweder Reize einwirken lässt, oder Zerstörungen vornimmt, und dass man sodann die auf diese Weise an den verschiedenen Stellen der Oberfläche oder des Innern des Gehirns hervorgebrachten Erscheinungen miteinander vergleicht. Die von

Goltz zu der Zeit angewendeten Methoden waren aber ersichtlich nicht dazu geeignet, die Eigenschaften bestimmter Localitäten des Grosshirns zu erforschen, da sie absichtlich grosse Theile desselben gleichzeitig verletzten und sich unabsichtlich in ihren Wirkungen weit über dasselbe hinaus, bis zur Medulla oblongata ausdehnten. Wenn auch auf diese Weise unstreitig vielerlei Werthvolles über die Funktionen des Gehirns zu erfahren war, so kann es doch nicht Wunder nehmen, wenn Goltz zuerst zu dem Schlusse kam, dass nicht der Ort des Substanzverlustes, sondern nur dessen Massenhaftigkeit von entscheidendem Einfluss auf den Charakter der Störungen war, derart, dass er sogar wörtlich sagt: „In den nachfolgenden Mittheilungen darf ich deshalb eine genügend genaue Bezeichnung des Ortes der Verletzungen in der Regel unterlassen."

Sobald Goltz aber Methoden anwendet, die, obschon noch weit davon entfernt, den eben von mir gestellten Forderungen zu entsprechen, doch nicht mehr das gesammte Grosshirn, sondern mehr dessen vordere oder hintere Hälfte angriffen, so findet er sich, sicherlich zum höchsten Befremden aller seiner Leser, zu wörtlich folgender Bemerkung gezwungen: „Mit höchstem Befremden lese ich bei verschiedenen Schriftstellern die Bemerkung, ich hätte behauptet, dass die Hirnsubstanz überall gleichwerthig ist."[1]) Wenn also Goltz auch in seiner VI. Abhandlung den Satz wiederholt, dass er die Annahme kleiner umschriebener Centren für widersinniger als je halte, so muss er doch in der gleichen Abhandlung zugeben, dass in Folge von Verstümmelung der vorderen Hälfte des Grosshirns alle Bewegungen plump und ungeschickt werden, während er an einer anderen Stelle zugiebt, dass der hinten operirte Hund alle Muskeln seines Körpers mit normalem Geschick bewegt, ungestörte Tastempfindungen hat, nicht ins Leere tritt und keine Steigerung der Reflexerregbarkeit erkennen lässt, andererseits aber vornehmlich, wenn auch nicht ausschliesslich, an Sehstörungen leidet.

Wäre Goltz noch einen Schritt weiter in der Beschränkung seiner operativen Eingriffe gegangen, so würde er sicherlich auch eine weitere Beschränkung der Folgen

---

1) Goltz, Ueber die Verrichtungen des Grosshirns. Fünfte Abhandlung. Pflüger's Archiv. Bd. XXXIV.

seiner Operationen, d. h. eine schärfere Localisation gesehen haben. Ich erinnere an meine[1]) vor kurzem publicirten Untersuchungen, durch welche die überaus grosse Empfindlichkeit des Gehirns sogar gegen scheinbar indifferente Eingriffe bewiesen wird. Es hat sich dabei gezeigt, dass die blosse Freilegung des Gehirns in geringer Ausdehnung ohne Verletzung seiner Substanz zu deutlichen Störungen der Motilität, der Sensibilität und des Sehvermögens führen kann.

Wie kann man sich also darüber wundern, dass die mannigfaltigsten Funktionsstörungen auftreten, wenn man den Schädel in grosser Ausdehnung eröffnet und die grössten Eingriffe in das Gehirn vornimmt! Meiner Aufforderung, die Effekte der streng localisirten Zerstörungen miteinander zu vergleichen, ist Goltz bisher aber stets ausgewichen. Auf einen anderen Grund zu Missverständnissen werde ich noch zurückkommen.

In sehr naher Beziehung zu diesen Erläuterungen steht die Lehre von Luciani.[2]) Dieser von mir hochverehrte Forscher kam bekanntlich auf Grund seiner Versuche zu der Anschauung, dass eine Ueberlagerung der einzelnen Centren derart stattfindet, dass man zwar eine jede Funktion von einem bestimmten Centralgebiete aus am meisten schädigen könne, dass man damit aber gleichzeitig eine Anzahl von anderen Funktionen in mehr oder minder hohem Grade mitschädige, dass also im Sinne der vorher erwähnten Anschauung von Hughlings Jackson in jedem Gyrus eine grössere Menge der einen und eine geringere Menge verschiedener anderer Funktionen repräsentirt sei. Eigenthümlich ist der Lehre Luciani's die Construktion eines „Centrums der Centren", welches er in die Gegend des von mir sogenannten Centrums des Facialis localisirt. Dort sollen alle übrigen Centren durch Ueberlagerung ineinandergreifen und durch einen Eingriff in dasselbe soll man demgemäss die schwersten psychischen Störungen und die complicirtesten Effekte hervor-

---

1) Hitzig, Ueber das corticale Sehen des Hundes. Archiv f. Psychiatrie. Bd. 33. H. 3.

2) Luciani und Seppilli, Die Functionslocalisation auf der Grosshirnrinde. 1886. — On the sensorial localisations etc. Brain. July 1884.

bringen. Dieser Thatsache schreibt Luciani eine ganz besondere Wichtigkeit zu.

Indessen ist leider seine ganze Lehre und insbesondere die zuletzt angeführte Thatsache unrichtig. Es ist zwar unbestreitbar und a priori nothwendig, dass die einzelnen corticalen Centren miteinander in Verbindung stehen, derart z. B., dass sicherlich jedem Sinnescentrum funktionell motorische Bewusstseinselemente beigemischt sein müssen; aber diese Verbindung existirt doch nicht in der von Luciani angenommenen Weise und sie lässt sich durch die von ihm angewendete Methode nicht erweisen. Für diesen Zweck sind gleichfalls so grosse Exstirpationen, wie er sie vornahm, unbrauchbar. Wenn schon die blosse Aufdeckung eines engumschriebenen Rindengebietes zu deutlich wahrnehmbaren Störungen dieses ganzen Gebietes und sogar zu Veränderungen der Nachbarschaft desselben Veranlassung giebt, so ist es klar, dass schwere Eingriffe in grössere corticale Gebiete erst recht vielfache Funktionsstörungen der Nachbarschaft zur Folge haben müssen und auf diese Weise erklären sich die Resultate Luciani's. Für den von ihm verfolgten Zweck wäre ebenso wie die Anwendung der Methode der minimalsten Reize auch die Anwendung der Methode der minimalsten Zerstörungen geboten gewesen. Durch einen einzigen solchen Versuch wird denn auch die Irrthümlichkeit der ganzen Lehre Luciani's erwiesen. Wenn man nämlich eine kleine Trepankrone an derjenigen Stelle aufsetzt, welche seinem Centrum der Centren entspricht, und wenn man dann eine minimale oder selbst eine etwas grössere Zerstörung an dieser Stelle anrichtet, gleichzeitig aber für aseptische Wundheilung Sorge trägt, so bleibt diese Operation in sehr vielen Fällen ohne wahrnehmbaren Einfluss auf die Funktionen des operirten Thieres. Eckhard[1]) ist in dieser Beziehung zu gleichen Resultaten wie ich selbst gekommen. Nun bringt aber ein sehr viel kleinerer Eingriff in den Gyrus sigmoides schwere Störungen in der Funktion der Extremitäten und des Auges hervor. Von einem Eingriffe in ein so wichtiges Organ, wie das Centrum der Centren, müsste man also doch viel schwerere Erscheinungen er-

---

1) Eckhard, C., Das sogenannte Rindenfeld des Facialis in seiner Beziehung zu den Blinzbewegungen. Centralblatt f. Physiol. Bd. XII. No. 1.

warten. Der Irrthum Luciani's erklärt sich eben einfach daraus, dass die mehrerwähnte Localität etwa in der Mitte der Convexität des Gehirns liegt, sodass ein grober Angriff auf sie eben am meisten geeignet ist, den ganzen Rest der Convexität in Mitleidenschaft zu ziehen.

Ziehen wir die Summe aus allen diesen Erfahrungen, so ergiebt sich, dass die Lähmungsversuche im gleichen Sinne wie die Reizversuche sprechen, mit anderen Worten, dass alle Versuche, insoweit sie mit den nöthigen Cautelen angestellt sind, die Existenz von Centren in der Rinde beweisen, und dass sie, insoweit sie ohne solche Cautelen angestellt sind, keine Thatsachen ergeben haben, welche mit der Lehre von der corticalen Localisation unvereinbar wären. —

Wenn wir nunmehr die zweite der aufgeworfenen Fragen, die Frage nach der Funktion dieser Centren ins Auge fassen, so müssen wir von der Beschreibung derjenigen Thatsachen ausgehen, welche ihre ersten Entdecker in Folge kleinster Exstirpationen beobachten konnten und welche sich der Hauptsache nach, insoweit die motorische Seite in Frage kommt, auch bei grösseren Eingriffen nicht anders darstellen.

Diese Versuche ergaben nun, dass solche Eingriffe beim Hunde niemals eine eigentliche Lähmung in der Form, wie sie beim Menschen erscheint, hervorbringen, ja, dass dies selbst, wie spätere Untersuchungen zeigten, nicht einmal bei doppelseitiger, symmetrischer Operation zutrifft. Dagegen gerathen die Extremitäten in einen Zustand, den wir dahin definirten, dass die operirten Thiere nur ein mangelhaftes Bewusstsein von den Zuständen ihrer Glieder hatten und dass ihnen die Fähigkeit, sich vollkommene Vorstellungen über diese Glieder zu bilden, abhanden gekommen war. Dieser Zustand äusserte sich im Wesentlichen darin, dass die Thiere ihre Glieder activ in der unzweckmässigsten Weise gebrauchten und dass sie die unzweckmässigsten Stellungen, welche ihren Gliedern passiv gegeben wurden, nicht corrigirten.

Diese Thatsachen sind in den inzwischen verflossenen 30 Jahren in der mannigfaltigsten Weise erweitert worden. Insofern die gleichen Versuche auch auf andere Thierspecies ausgedehnt wurden, differirten die Folgen der gleichen Versuche wohl auch mehr oder weniger von den-

jenigen Folgen, welche der Versuch am Hunde zeigt, aber an thatsächlichen Angaben, welche wir damals über das Verhalten unserer so operirten Hunde machten, haben alle ferneren Untersuchungen nicht das Geringste geändert.

Indessen hat die Erweiterung unserer Kenntnisse zu einer Reihe verschiedener Theorien über die Bedeutung jener Centren geführt, von denen wir als die Hauptsächlichsten anführen:

1. die motorische Theorie,
2. die sensible Theorie.

Der hauptsächlichste Vertreter der motorischen Theorie ist D. Ferrier.[1]) Dieser Forscher, welchem die Gehirnphysiologie, wie hinreichend bekannt, auch auf dem Gebiete der Reizversuche die Aufdeckung einer Reihe von neuen Thatsachen verdankt, ging in der uns jetzt beschäftigenden Frage von Lähmungsversuchen aus, die er an der motorischen Region von Affen ausführte. Er kam dabei, um mit seinen eigenen Worten zu reden, zu folgenden Schlüssen: „Dass die so entstehende Affektion eine rein motorische ist und die fraglichen Centren oder Regionen streng motorische sind, aber motorische in einem speciellen oder begrenzten Sinne, nämlich psychomotorische“ (l. c. p. 362) „und dass streng corticale Läsionen des motorischen Areals Anästhesie in irgend einer Form nicht verursachen, und dass es als eine Regel hingestellt werden muss, von der es keine Ausnahmen giebt, dass, wenn Anästhesie in Begleitung motorischer Lähmung gefunden wird, die Lähmung nicht auf die motorische Zone begrenzt war.“ (l. c. p. 378.) „Obschon ein Thier auf sensorische Reize der gelähmten Seite nicht so leicht reagiren mag, so folgt daraus nicht, dass dies auf einer verringerten oder fehlenden Wahrnehmung des Reizes beruht. Ein Thier mag nicht oder weniger energisch auf einen sensiblen Reiz reagiren, nicht weil es ihn um so viel weniger empfindet, sondern weil es unfähig oder weniger fähig ist, dies in Folge eines motorischen Defektes zu thun.“ (l. c. p. 374/375.)

Während Ferrier so die Abwesenheit sensibler Störungen auf das Bestimmteste behauptet, behaupten andere Autoren, unter ihnen vornehmlich Munk[2]) und

---

1) D. Ferrier, The Functions of the Brain. II. edit. 1886.
2) H. Munk, Ueber die Funct. d. Grosshirnrinde. II. Aufl. 1890.

Mott[1]), neuerdings auch Bechterew[2]), deren Anwesenheit in ebenso bestimmter Weise.

Neuerdings hat übrigens selbst Ferrier im Verein mit Turner[3]) bei grossen Abtragungsversuchen Hemianästhesie zugleich mit Hemiopie gesehen. Alle diese Symptome werden aber von den letzteren Autoren erklärt, „durch einen dynamischen Einfluss, welcher durch die Grösse der Läsion auf die organisch nicht beleidigten sensorischen Centren oder Leitungen ausgeübt wird.“ „Diese Erklärung wird durch die Thatsache unterstützt, dass bei kleineren Verletzungen — z. B. nach Entfernung der sogenannten Beinsphäre allein — keine derartigen Symptome vorkommen.“ (l. c. p. 36.)

Endlich ist Schäfer[4]) in neuester Zeit insofern ganz auf die Seite Ferrier's getreten, als er angiebt, dass Affen nach grösseren oder kleineren Exstirpationen in der motorischen Zone die leiseste Berührung mit einem Strohhalm noch spürten etc. „Es kann — nach ihm — also nicht der Fall sein, dass die motorische Lähmung, welche durch eine Läsion des Rolando'schen Gebietes hervorgebracht ist, auf einer Sensibilitätsstörung beruht. Und es folgt ferner daraus, dass die tactile Sensibilität nicht in demselben Theil der Rinde localisirt ist, von dem willkürliche Bewegungsimpulse direct ausgehen.“ (l. c. p. 312.) Man sieht, dass hier so erstaunliche Meinungsverschiedenheiten über rein thatsächliche Beobachtungen vorliegen, wie sie sonst kaum mit Bezug auf die Deutungen vorkommen.

Meine eigenen Erfahrungen am Affen befähigen mich nicht, ein eigenes Urtheil in dieser Erage auszusprechen. Dies kann nur vermuthungsweise, unter Heranziehung der anderweitigen Literatur, sowie der am Hunde und Menschen

---

1890. — Ueber die Fühlsphären der Grosshirnrinde. Sitzungsber. der Academie der Wissenschaften. 1892—1896.

1) Frederic W. Mott, The Sensory Motor Functions of the Centr. Convulations of the Cerebral Cortex. Journ. of Phys. Vol. XV. 1893.

2) Bechterew, Ueber corticale Centren beim Affen. Neurol. Centralbl. 1898. S. 140.

3) Ferrier und Turner, An Experimental Research etc. Phil. trans. B. Vol. 190. 1898. p. 1—44.

4) E. A. Schäfer, On the alleged sensory functions of the motor cortex cerebri. Journal of Physiology. Vol. XXIII. No. 4. 25. Nov. 1898.

gemachten Erfahrungen geschehen. Aber auch mit Bezug auf den Hund spricht sich Ferrier nicht weniger bestimmt aus. Er behauptet, dass die Sensibilität durch Eingriffe in die motorische Zone auch dieser Thiere nicht geschädigt werde und sagt wörtlich: „Es ist unverständlich, dass Gehirne, welche nach demselben anatomischen Typus gebaut sind, in ihrer physiologischen Organisation von Grund aus verschieden sein sollten, und wir mögen als gewiss annehmen, dass, so verschieden auch die experimentellen Thatsachen über die motorischen Centren des Hundes von denen des Affen erscheinen mögen, sie es in Wirklichkeit doch nicht sind.“ (l. c. p. 361.)

Wenn man sich an die eine jener Thesen von Hughlings Jackson erinnert, dass die einzelnen Elemente der subcorticalen Centren in der Rinde durch das Hinzutreten anderer Organisationen weiter auseinander gedrängt werden, so kann man den letzten Satz zugeben, ohne damit zu dem gleichen Schlusse zu kommen, wie Ferrier, wie wir noch sehen werden.

Unter keinen Umständen kann es irgend einem Zweifel unterliegen, dass irgend welche Eingriffe in den motorischen Theil des Gyrus sigmoides des Hundes immer und ausnahmslos mit Störungen verknüpft sind, welche die Sensibilität des ganzen Gliedes, also die der Haut, der Muskeln, der Gelenke etc. betreffen, und dass diese Störungen in keinem Falle durch reine Bewegungsstörungen oder richtiger ausgedrückt, durch einen „motorischen Defect“ vorgetäuscht werden können. Ich stimme in dieser thatsächlichen Beziehung mit Schiff, Goltz, Munk etc., also Autoren überein, deren Ansichten ich bekanntlich sonst auf das Entschiedenste bekämpfe. Wenn Ferrier hierin also anderer Ansicht ist, so kann das nur darauf beruhen, dass er die fraglichen „Bewegungsstörungen“ des Hundes nicht ausgiebig genug studirt hat.

Da der Hund in Folge jener Eingriffe also zweifellos Störungen seiner sensibeln Funktionen erkennen lässt, so erscheint es mir a priori unwahrscheinlich, oder, um mit Ferrier zu sprechen, es wäre „unverständlich“, wenn solche Störungen beim Affen nicht vorhanden sein sollten. Die Gründe, wegen deren sie einzelnen Beobachtern entgangen sind, können mannigfaltiger Art sein. Sie können z. B. auf der Verschiedenheit in der Ausdehnung und Tiefe der Läsion beruhen und hierfür spricht gerade der Um-

stand, dass Ferrier und Turner bei grossen Ausschaltungen Hemianästhesien fanden, die Ferrier allein bei, wie es scheint, kleineren Ausschaltungen nicht gefunden hatte. Andererseits wird man aber die Richtigkeit der Schlussfolgerung Schäfer's nicht bestreiten können, wenn dieser ausgezeichnete Forscher, nachdem er in den gelähmten Gliedern des Affen die Sensibilität intact gefunden hatte, sagt, dass unmöglich die motorische Lähmung auf einer gar nicht nachweisbaren Sensibilitätsstörung beruhen könne. Indessen werde ich gerade auf diese Frage noch bei der Besprechung der Lehre Munk's zurückzukommen haben. —

Die Theorie, nach der die beschriebenen Störungen auf Störungen der sensibeln Funktionen und demgemäss auch die normalen motorischen Verrichtungen auf normale sensible Funktionen zurückzuführen seien, hat bei verschiedenen Autoren einen sehr verschiedenen Ausdruck gefunden.

In erster Linie ist hier Schiff[1]), dem wir neben der Auffindung so vieler wichtiger Thatsachen die Entdeckung der corticalen Sensibilitätsstörungen verdanken, zu nennen. Kurz gesagt, hat Schiff in fast allen seinen Arbeiten die bei Hunden zu beobachtenden Bewegungsstörungen zunächst als Consequenzen gestörter Hautempfindung, gestörten Tastsinns betrachtet, aber weder das eine noch das andere Symptom auf die Verletzung corticaler Centren bezogen wissen wollen. Vielmehr leugnete er die Existenz solcher Centren.

Mit der einen Reihe seiner Beweise, derjenigen, welche sich auf seine Erklärung der elektrischen Reizeffekte stützt, können wir uns sehr kurz abfinden. Denn Schiff hat in der Gesammtausgabe seiner Abhandlungen, obschon er formell bei seinen Ansichten zu beharren erklärt, das von ihm zur Demonstration seiner Theorie gewählte Schema mit allen daran geknüpften Folgerungen einfach fortgelassen, nachdem ich ihm dessen innere Unmöglichkeit nachgewiesen hatte.

Indessen ist es ihm mit seiner Betrachtung der Erfolge der Lähmungsversuche auch nicht viel besser ergangen. Während Ferrier, wie gesagt, die corticalen Störungen der Bewegung lediglich als motorische auffasst

1) Schiff, Gesammelte Abhandlungen.

und jede Concurrenz der Sensibilität dabei zurückweist, behauptet Schiff gerade im Gegentheil, dass die Zerstörung dieser Centren keinerlei motorische Lähmung herbeiführe, sondern lediglich die Berührungsempfindlichkeit und damit das Bewusstsein der Stellung und Lagerung der Glieder vernichte. Schiff hat mir bei jeder Gelegenheit vorgeworfen, dass ich meine Ansicht über die motorische Natur jener Bewegungsstörungen geändert habe, so dass unsere Ansichten nicht mehr sehr weit auseinander gingen. Das Letztere mag thatsächlich bis zu einem gewissen Grade zutreffen, das Erstere ist aber vollständig unrichtig, da ich niemals von einer rein motorischen Funktion dieser Centren in dem mir von Schiff suppeditirten Sinne gesprochen, sondern, wie ich Ihnen soeben vorgetragen habe, diese Störungen von Anfang an und seitdem immer als Störungen der Vorstellungsthätigkeit bezeichnet habe. Dagegen hat Schiff selbst seine Ansichten im Laufe der Jahre im denkbar grössten Maasse geändert. Denn er ist schliesslich nicht nur auf den von mir von Anfang an eingenommenen Standpunkt angelangt, sondern er hat bezüglich des Affen und unter Heranziehung einer Anzahl von Erwägungen, die ganz die meinigen sind, die Ansicht, dass durch Angriffe auf jene corticalen Centren eine motorische Lähmung hervorgebracht werden kann, mit aller Bestimmtheit ausgesprochen.

Ursprünglich hatte Schiff zwar die Existenz von solchen Centren überhaupt zugegeben, aber immer und immer wiederholt, dass sie nicht in der Rinde, sondern in der Tiefe liegen müssten und dafür Beweise auf Beweise gehäuft. Später hat er diese Frage aus der Polemik gänzlich fallen gelassen. Ursprünglich hatte er die Bewegungsstörungen, wie gesagt, nur aus einer Störung der Berührungsempfindlichkeit ableiten wollen, später bezieht er dieselben auf Störungen des Bewusstseins der Glieder und äusseren Körpertheile, er deutet sie also durchaus in meinem Sinne, ja, mit meinen eigenen angeführten Worten. Schiff hat schliesslich selbst die Ansicht ausgesprochen, dass mit dem Aufsteigen in der Thierreihe Centren aus den subcorticalen Regionen bis in die Hemisphären vorrückten und dass dies im Besonderen von dem Centrum der Locomotion gelten möchte. In Verbindung hiermit schliesst er aus der Thatsache, dass ein Affe eine Feige

nicht ergreift, welche er offenbar zu ergreifen wünscht, auf das Vorhandensein einer Lähmung gleich der des hemiplegischen Menschen. Es müsse also, mit seinen eigenen Worten, ein die Bewegung übertragendes Centrum, ein bewegendes Centrum verletzt sein. Und wenn er es durch seine Operation verletzt habe, so müsse es an der operirten Stelle existiren.

Eine vollständigere Bekehrung als die geschilderte ist nicht wohl möglich, ja sie geht noch erheblich über dasjenige Maass hinaus, welches wir bei der Besprechung der successiven Arbeiten von Goltz haben kennen lernen.

Eine ganz andere Stellung zur Sache hat anfänglich Munk eingenommen. Während Schiff die zu beobachtenden Bewegungsstörungen ausschliesslich auf die Verletzung sensibler Bahnen im Grosshirn zurückführte und fast bis zuletzt die Existenz von corticalen Centren bestritt, ist Munk[1]) im Gegentheil von Anfang an für die strengste Localisation der corticalen Funktionen eingetreten und zwar in einem Grade, welcher in gewisser Beziehung weit über meine eigenen Ansichten hinausgeht. Andererseits bezieht auch er die uns beschäftigenden motorischen Störungen, allerdings mehr dem Anschein nach, auf Eingriffe in die sensible Sphäre. Ich sage deswegen „dem Anschein nach“, weil er die von mir theils als erregbare[2]), theils als motorische[3]) Region bezeichneten Gebiete mit dem Namen „selbständiger Fühlsphären“ bezeichnete.

---

1) H. Munk, Ueber die Functionen der Grosshirnrinde. II. Auflage. 1890.

2) Ich möchte gegen Herrn Ferrier, der auf S. 225 der zweiten Auflage seines Buches: „The functions of the brain“ für nöthig gefunden hat, gegen mich zu bemerken, es sei kein Grund vorhanden, anzunehmen, dass irgend welche Theile der Rinde nicht erregbar seien, anführen, dass ich auf S. 19 meines Buches: „Untersuchungen über das Gehirn“, Anmerkung, den Ausdruck „unerregbar“ mit folgenden Worten definirt habe: „Unerregbar nennen wir hier ohne Präjudiz alle diejenigen Gebiete, von denen aus keine Zuckungen hervorzubringen sind“. Die Bemerkung des Herrn Ferrier war also gegenstandslos.

3) Was den Ausdruck „motorisch“ anbetrifft, so habe ich zu wiederholten Malen definirt, was ich unter diesem, der Kürze willen gebrauchten Worte verstanden wissen will. S. 65 a. a. O. protestire ich unter Anderem ausdrücklich gegen die Behauptung des Herrn

Thatsächlich hatte Munk in seinen ersten Mittheilungen diesen Rindenabschnitt selbst „motorische Sphäre“ genannt und erst in seiner dritten Mittheilung 1878 wendet er den Namen „Fühlsphäre“ an, indem er gleichzeitig damit zu einem tieferen Verständnisse auch dieses Rindenabschnittes führen zu können meinte. Hierzu glaubte er auf die Weise zu gelangen, dass er die sämmtlichen Gefühle und Gefühlsvorstellungen eines jeden Körpertheiles, also die der Haut, der Muskeln und die Innervationsgefühle und Gefühlsvorstellungen, exclusive jedoch die Gemeingefühle, in dem zugehörigen Theil der Fühlsphäre localisirt. (l. c. S. 32 und S. 38/39.) Man hat es demnach in der Fühlssphäre nur mit Wahrnehmungen und Vorstellungen, die aus den Gefühlsempfindungen fliessen, zu thun und demgemäss sind nur die Bewegungsvorstellungen in der Fühlsphäre die Ursachen der sogenannten willkürlichen Bewegungen. (l. c. S. 48.) Entsprechend bringen Verletzungen jener Sphären je nach ihrer Grösse den vorübergehenden oder bleibenden Verlust eines Theiles oder aller Gefühle und Gefühlsvorstellungen des Körpertheiles — Seelenlähmung — bezw. Rindenlähmung des Körpertheiles, hervor.

Zunächst ist in dieser Lehre Einiges als unrichtig oder doch nicht bewiesen zu bestreiten. Wenn es auch richtig ist — und dies ging aus den Versuchen von Schiff bereits zur Genüge hervor — dass die Gefühlsvorstellungen durch Eingriffe in diese Sphären geschädigt werden, so sehe ich keinen Beweis dafür erbracht, dass dies auch für die Gefühle, wenigstens soweit die Rinde direkt in Betracht kommt, zuträfe. Ja, es ist aus aprioristischen und experimentellen Gründen sehr wahrscheinlich, dass die sämmtlichen Gefühle subcortical gebildet werden, und nur ihre Apperception, sowie ihre Ausstattung mit Localzeichen — und die Betonung der Beziehungen der Localzeichen zur Rinde ist ein Verdienst von Munk — in der Rinde vorsichgeht. Insoweit also eine Schädigung der Gefühle selbst eintritt, dürfte sie auf eine Hemmung der Funktion der subcorticalen Organe zurückzuführen sein. Munk selbst hat dies schliesslich, freilich zunächst nur in dem Sinne zugeben müssen, dass auch die Schmerzempfindungen von den Extremitäten her in den gegen-

Ferrier, welcher uns sagen lässt, wir hätten durch unsere Exstirpationsversuche Lähmungen erzeugt.

seitigen Extremitätenregionen entstehen[1]), während er deren Betheiligung an jenen Apperceptionen ursprünglich ausgeschlossen hatte. Soweit also der Hund in Betracht kommt, liegt zur Zeit nicht mehr der geringste Grund vor, an der Lehre zu zweifeln, dass nur die bewusste Verarbeitung der sämmtlichen subcortical entstehenden Gefühle zu mehr oder minder gut localisirten Gefühlsvorstellungen in den Extremitätenregionen vor sich geht. Zweitens ist es nicht richtig, dass die sämmtlichen Theile der Fühlsphäre sich in den angeführten Beziehungen gleichmässig verhalten. Noch neuerdings hat Eckhard (l. c.) nachgewiesen, dass „das Rindenfeld des Orbicularis keinen Einfluss auf die reflektorische Thätigkeit des subcorticalen Centrums für die Lidbewegungen besitzt.“

Endlich bedarf die Theorie über die Entstehung der Muskelbewegungen aus diesen „Fühlsphären“ einer Einschränkung, auf die wir gleich kommen werden; mit dieser Einschränkung deckt sich die Theorie Munk's aber so genau mit der von mir selbst aufgestellten Theorie, dass der Anspruch dieses Forschers, er selbst habe erst zu dem Verständniss der Funktion dieser Regionen verholfen, nicht zu Recht besteht. Sie werden sich erinnern, dass ich die Art der gesetzten Störungen im Allgemeinen „als Störungen des Bewusstseins von den Extremitäten, sowie in der Fähigkeit, sich vollkommene Vorstellungen über dieselben zu bilden“, definirt hatte, und es wird Ihnen nicht entgangen sein, dass in dieser allgemeinen Definition die Definition von Munk, insoweit sie überhaupt zu Recht besteht, enthalten ist. Aber sie lässt auch Raum für eine beliebige Erweiterung der letzteren, eine Erweiterung, welche ich später und zwar mit Beziehung auf gewisse bei Verletzung der Extremitätenregion eintretende Störungen in dem Einfluss der Gesichtsobjekte auf die Bewegungen der Thiere dahin gegeben habe, dass in Folge solcher Verletzungen äusserliche Zustände — einmal die der Muskeln (etc.), das andere Mal die der Objekte des Raumes vom Sensorium für die Bewegungen des kranken Gliedes, aber nur für diese, nicht in Rechnung gestellt werden.[2]) Im Uebrigen

1) Munk, Ueber die Fühlsphären der Grosshirnrinde. Sitzungsberichte. I. Mittheilung. S. 31. 1892.

2) Hitzig, Untersuchungen über das Gehirn. Neue Folge. Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv. 1876. H. 5. S. 705.

habe ich in einer anderen Abhandlung die Frage, „ob das ausgeschlossene Centrum dasjenige Organ sei, welches die fragliche Muskelbewegung allein beherrscht oder ob es noch ein anderes centrales motorisches Organ innerhalb derselben Auslösungskette gäbe"[1]), derart in dem später von Munk vertretenen Sinne beantwortet, dass ich zwar nicht nur in den Bewegungsvorstellungen in der „Fühlsphäre" die Ursachen der sogenannten willkürlichen Bewegungen sah, denn dies ist nicht richtig, aber dass ich in ihnen eine dieser Ursachen und eine nothwendige Componente dieser Bewegungen erblickte. In der That führen die Bewegungsvorstellungen an sich nur in einer beschränkten Zahl von Fällen zu Bewegungen und es ist in allen anderen Fällen die Dazwischenkunft eines anderen Sinnesreizes oder eines intercentralen Vorganges erforderlich, um erst die Bewegungsvorstellung und damit den Bewegungsact auszulösen.

Bevor ich nun zu der Darlegung meiner eigenen Ansicht über die Art der Funktion jener Centren übergehe, darf ich feststellen, dass ein Rückblick auf das soeben Vorgetragene lehrt,

a) dass diejenigen Forscher, welche sich am eingehendsten mit der experimentellen Untersuchung des Grosshirns beschäftigt haben, schliesslich, wenn auch zum Theil nach langen Kämpfen die Ungleichwerthigkeit der Hirnrinde und damit die Localisation der psychischen Funktionen in diesem Organe, wenn auch in verschiedenem Grade, anerkannt haben;

b) dass alle Forscher ohne Ausnahme zu der Ansicht gelangt sind, dass durch Eingriffe in die von mir sogenannte motorische Zone die Bewegungen der Thiere geschädigt werden;

c) dass aber Meinungsdifferenzen darüber bestehen, ob nur die motorischen, oder auch noch andere Funktionen geschädigt werden, so dass hieraus wieder Meinungsverschiedenheiten über den Grund und die Entstehungsweise der motorischen Funktionen und ihrer Störungen erwachsen; während diese Gründe allerdings von den meisten Autoren, übereinstimmend mit der von mir von Anfang an ausgesprochenen Ansicht, in der Vorstellungsthätigkeit, bezw. in einer Störung der Vorstellungsthätigkeit gesucht werden.

---

1) E. Hitzig, Untersuchungen über das Gehirn. 1874. S. 60ff.

Gehen wir den anderweiten Gründen für die zur Zeit noch bestehenden Meinungsverschiedenheiten nach, so werden wir sie der Hauptsache nach in zwei Umständen erblicken;

1. darin, dass die an verschiedenen Thieren und am Menschen gewonnenen Erfahrungen von einer Anzahl von Forschern ohne genügende Berücksichtigung der anatomischen und physiologischen Verschiedenheiten der Gehirne dieser Species verwerthet wurden;

2. darin, dass Funktionen, welche nach solchen Verletzungen mehr oder minder verloren gegangen waren, wirklich oder scheinbar zurückkehren.

Zu der Darlegung meiner eigenen Ansichten werde ich also am einfachsten gelangen, wenn ich die Beseitigung dieser Schwierigkeiten, soweit es nach dem gegenwärtigen Zustand unseres Wissens möglich ist, versuche und dabei wieder von dem Gehirn des Hundes, dessen Funktionen mir aus eigenen Versuchen am besten bekannt sind, ausgehe.

Die Bewegungsstörungen, welche nach Eingriffen in den Gyrus sigmoides dieses Thieres eintreten, lassen sich in verschiedene Gruppen sondern. Ganz geläufig sind uns diejenigen Störungen, welche ich selbst zuerst beschrieben habe und welche der Hauptsache nach darin bestehen, dass der Hund seine Extremitäten activ in abnorme Stellungen bringt, und sie passiv widerstandslos in solche Stellungen bringen lässt. Ich selbst hatte seinerzeit diese eigenthümlichen Erscheinungen auf den Fortfall der Vorstellungen, welche der normale Hund sich von dem Zustande seiner Bewegungsorgane, vornehmlich aber seiner Muskeln bildet, zurückgeführt. Seitdem hat Charlton Bastian[1]) eine ähnliche Ansicht ausgesprochen, die ich aber, was den Hund anbetrifft, nicht ganz zu der meinigen machen kann. Nach seiner Ansicht sind jene motorischen Centren Centren für die Gesammtheit der kinästhetischen Eindrücke. Wir werden aber alsbald sehen, dass ihnen eine weiter bemessene Bedeutung beiwohnt.

Sicherlich aber dienen sie auch für die apperceptive Verarbeitung der kinästhetischen Eindrücke und es ist nicht ohne Werth, die Gesammtheit dieser Eindrücke, wie dies Charlton Bastian gethan hat, mit dem Namen

1) Charlton Bastian, The muscular sense, its nature and cortical localisation. Brain. April 1887.

Kinästhesis zusammenzufassen. Ich[1]) habe mich neuerdings unter Heranziehung zahlreicher fremder Arbeiten nachzuweisen bemüht, dass die Gesammtheit dieser durch die verschiedenen der Orientirung und der Locomotion dienenden Apparate gelieferten Eindrücke zu Vorstellungen niederer Ordnung über das räumliche Verhalten des Körpers und seiner einzelnen Theile verarbeitet werden und dass alsdann das Bewusstseinsorgan, die Hirnrinde, mit diesen Vorstellungen niederer Ordnung wie mit einem gegebenen Ganzen arbeitet, ohne in seine Details eindringen zu können. Der Ort, an welchem der letztere Vorgang, insoweit er localisirbar ist, sich abspielt, ist nach den Ergebnissen unserer Untersuchungen der Gyrus sigmoides, bei Menschen also ein Theil der Rolando'schen Region. Von um so grösserer Wichtigkeit ist die Festlegung dieser Anschauungsweise, als die gesammten corticopetalen und wahrscheinlich, mit gewissen Modificationen, auch die gesammten corticofugalen Processe sich in gleicher Weise abspielen.

Nicht unmittelbar zu den kinästhetischen Empfindungen gehören die Gefühlsvorstellungen, welche wir von nicht schmerzhaften Angriffen auf das Hautorgan gewinnen, obschon sie unzweifelhaft gleichfalls in nahen Beziehungen zu den Bewegungen stehen. Ich habe bereits vorher erwähnt, dass auch sie durch Eingriffe in den Gyrus sigmoides hochgradig und zum Theil dauernd geschädigt werden können. Freilich hat man, z. B. Charlton Bastian, bestritten, dass man von Thieren etwas Zuverlässiges über ihre Gefühlsvorstellungen erfahren könne. Dieser Ansicht kann ich aber im vollen Umfange nicht beitreten. Denn wir erfahren über die innerlichen Vorgänge bei Thieren hinlänglich Zuverlässiges durch gesetzmässig eintretende, motorische Reactionen. Man kann auf Grund des Einzelversuchs allerdings immer noch im Zweifel sein, ob diese Reactionen unter Mitwirkung von Vorstellungen zu Stande kommen. Indessen belehren uns darüber doch vergleichende Untersuchungen bis zu einer die Grenze der Gewissheit streifenden Wahrscheinlichkeit. Ich erfahre also von dem operirten Hunde durch den einseitigen Mangel der gewohnten motorischen Reactionen, dass die Summe seiner kinästhetischen und tactilen Eindrücke nicht mehr zur

1) Hitzig, Der Schwindel (Vertigo). 1898.

Bildung von Vorstellungen für dieses Glied verwendet wird.

Von schmerzerregenden Eindrücken habe ich an dieser Stelle nicht gesprochen, und ich will auch jetzt nur kurz sagen, dass ich das Suchen nach corticalen Centren für dieselben, wie dies vornehmlich von englischen Forschern geübt worden ist, schon um deswillen für aussichtslos halte, weil selbst die ihres ganzen Grosshirns beraubten Hunde von Goltz[1]) auf die gewohnten Angriffe noch die gewohnten Schmerzäusserungen zeigten. Hiernach und nach der Gesammtsumme der anderweitigen hierher gehörigen Versuche, auf die ich aber im Einzelnen nicht eingehen kann, muss das Gefühl des Schmerzes, analog den kinästhetischen Empfindungen, subcortical gebildet werden, aber im höchsten Grade wahrscheinlich ist es, dass es, abweichend von diesen Empfindungen, auf weiten Bezirken der Grosshirnrinde als Schmerzvorstellung appercipirt und nur insoweit mit Localzeichen versehen wird, als die die äussere Haut treffenden schmerzerregenden Reize gleichzeitig von Localzeichen begleitete Tastreize enthalten.

Zu den erwähnten motorischen Störungen kommt nun eine fernere Gruppe, aus der ich selbst eine Anzahl von Symptomen bereits im Jahre 1874 beschrieben habe.[2]) Das Wichtigste besteht darin, dass so operirte Hunde, wie soeben bereits angedeutet, mit ihrer kranken Vorderpfote blindlings über den Tischrand auch dann ins Leere treten, wenn ihr Sehvermögen nicht gestört ist. Sie benehmen sich also, wie ich schon damals sagte, mit ihrer Vorderpfote so, als ob für dieses Glied das Sehvermögen nicht existire, oder als ob die Gesichtseindrücke nicht zur Bildung von Vorstellungen für dasselbe verwerthet würden. Ganz den gleichen Sinn hat eine, die Zunge betreffende Beobachtung von Goltz, wennschon dieser Forscher sich meiner Anschauungsweise niemals hat anschliessen wollen. Es gelingt bekanntlich nicht, die heraushängende Zunge eines unversehrten Hundes mit den Fingern zu erfassen; wenn man ihm aber die entsprechenden Centren exstirpirt, so gelingt es leicht. Also auch hier werden die Gesichts-

---

1) Goltz, Der Hund ohne Grosshirn. Pflüger's Archiv. Bd. 51. 1892.

2) Hitzig, Untersuchungen über das Gehirn. Neue Folge. IV. Reichert's und du Bois-Reymond's Archiv. 1874. S. 440.

vorstellungen des Hundes nicht mehr für die, übrigens ungestörten Bewegungen der Zunge verwerthet.

Die dritte Gruppe von motorischen Störungen umfasst solche, denen am meisten der uns vom Menschen her geläufige Charakter der Lähmung beiwohnt, und welche man mit dem Begriffe der Lähmung der isolirten, intentionellen Bewegung bezeichnet hat. Ich habe bereits vorher die von Schiff gegebene Beschreibung einer solchen bei Affen erzeugten Lähmung erwähnt, insofern solche Thiere zwar laufen und klettern, aber nicht im Stande sind, mit der gelähmten Hand willkürlich eine Feige zu ergreifen und zum Munde zu führen. Genau denselben Zustand hat Goltz zuerst für den Hund beschrieben, insofern abgerichtete Hunde nach der Operation die Fähigkeit verlieren, die Pfote zu geben. Ebenso ist das von mir beschriebene Verhalten aufgehängter Hunde zu deuten, welche nicht im Stande sind, die durch einen Nadelstich bedrohte, gestreckt herabhängende, gelähmte Pfote isolirt dem drohenden Stiche zu entziehen.

In allen diesen Fällen sehen wir also, dass die anderweitigen Vorstellungen des Thieres, deren Gesammtheit wir als seinen Willen zu bezeichnen pflegen, auf welchem Sinnesgebiet immer sie auch entstanden sein mögen, nicht mehr im Stande sind, die zur Ausführung des Willens erforderlichen Bewegungen anzuregen, sobald jenes von mir gezeigte Centrum für die vordere Extremität ausgeschaltet ist.

Eine ganz besondere Stelle in diesen Betrachtungen nimmt das Verhältniss des Gyrus sigmoides zum Sehvermögen ein. Goltz hatte ursprünglich behauptet, dass das Sehvermögen durch Eingriffe in den Vorderlappen ebenso sehr geschädigt werde, wie durch Eingriffe in den Hinterlappen, und wenn er auch später, wie schon erwähnt, diese Behauptung dahin modificirt hat, dass das Sehvermögen durch Eingriffe in den Hinterlappen stärker und dauernder geschädigt werde, wie durch Eingriffe in den Vorderlappen, so wurde doch damit nichts an der Lehre, dass der Vorderlappen in direkter Beziehung zum Sehvermögen stehe, geändert. Munk hat freilich jede solche Beziehung stets geläugnet, indem er die bei solchen Verletzungen etwa eintretenden Sehstörungen auf Nebenverletzungen bezog, welche seine Sehsphäre beleidigt

hätten. Nichts kann aber unrichtiger sein. Die einfache Thatsache hatte ich selbst schon vor langer Zeit bestätigt und das Gleiche ist von zahlreichen anderen Forschern, z. B. Exner und Paneth, Luciani und Anderen geschehen.

Neuerdings habe ich aber festgestellt, dass solche Sehstörungen auch unter Umständen entstehen, bei denen jede Nebenverletzung ausgeschlossen ist.

Nun entstand die Frage, ob der Hund nur ein corticales Sehcentrum im Hinterhauptslappen oder ob er noch ein zweites in der motorischen Sphäre besässe. Diese Frage erschien der experimentellen Lösung auf Grund folgender Ueberlegung zugängig: Wenn der Hund, der letzteren Annahme entsprechend, wirklich zwei solche Centren besässe, so müsste die successive Verletzung dieser beiden Centren eine Summation der Sehstörung hervorbringen. Wenn man nun aber die Restitution der nach einer oberflächlichen Verletzung des Hinterhauptslappens eintretenden Sehstörung abwartet und dann eine oberflächliche Verletzung des Gyrus sigmoides folgen lässt, so tritt nicht nur keine Summation ein, d. h. die verschwundene Sehstörung erscheint nicht in verstärktem Maasse wieder, sondern sie bleibt überhaupt ganz aus. Hieraus geht hervor, dass die bei Eingriffen in die motorische Zone eintretende Sehstörung nur indirekt von dieser Zone abhängig ist, dass letztere nicht zum Sehen dient, und dass folglich die Sehstörung nur auf einem in die Sehcentren fortgeleiteten Hemmungsvorgang beruhen kann.

Wenn durch irgend etwas, so wird durch diese Thatsache die Lehre von der Localisation der Hirnfunktionen befestigt und die letzten Zweifel beseitigt, welche durch die Goltz'schen Untersuchungen heraufbeschworen waren. Die wahre Natur der motorischen Centren erscheint hiermit ganz aufgeklärt und die Wege, wie die Art angedeutet, vermöge deren die einzelnen Gebiete der Hirnrinde aufeinander einwirken.

Wenn wir die so gewonnene Einsicht von dem Hunde auf die Primaten anwenden wollen, so wäre eigentlich die Heranziehung der vergleichenden Physiologie der Bewegung in ziemlichem Umfange erforderlich. Hiervon muss ich jedoch absehen und mich auf die Berücksichtigung der zunächstliegenden Thatsachen beschränken.

Die auffallendste Thatsache besteht jedenfalls darin, dass die so überaus mannigfaltigen Störungen in den psychischen Verrichtungen des Hundes durch eine überaus kleine Verletzung, die des Gyrus sigmoides, herbeigeführt werden können, während sehr viel grössere Eingriffe in die motorische Zone des Affen zu viel weniger ausgesprochenen und complicirten Erscheinungen Veranlassung geben. Das Gleiche, und zwar in noch viel ausgesprochenerem Maasse, sehen wir bei Läsionen, welche die Rolando'sche Gegend des Menschen betreffen. Steigen wir aber in der Thierreihe vom Hunde abwärts, so ergiebt sich, dass je niedriger ein Thier in dieser Reihe steht, um so weniger und weniger Theile seines motorischen Systems derart in der Hirnrinde repräsentirt sind, dass ihre Existenz durch den elektrischen Reiz nachweisbar wäre, und dass die isolirte intentionelle Bewegung dieser Theile durch Ausschaltung der Hirnrinde zu vernichten wäre. Hieraus lässt sich das allgemeine Gesetz ableiten, dass einmal mit der fortschreitenden Entwicklung des Individuums und des Gehirns immer mehr und mehr centrale Organe aus der subcorticalen Sphäre in die corticale hinaufrücken und dem Bewusstsein dienstbar werden und dass andererseits diese Organe, indem das Bewusstsein sich mehr und mehr ausbildet, dadurch weiter auseinander rücken, dass ihre einzelnen Bestandtheile sich mehr und mehr differenziren und sich vielleicht mit neuen, dem Bewusstsein dienenden Bildungen vergesellschaften. Wenn also Sensibilitätsstörungen bei relativ grossen Eingriffen in die Rolando'sche Zone der Affen fehlen und nur ebenso wie vorübergehende Sehstörungen bei ganz grossen Ausschaltungen eintreten, wenn Sensibilitätsstörungen bei 66 pCt.[1]) der corticalen Läsionen dieser Region beim Menschen vermisst werden, und insbesondere die von Wernicke sogenannte „Tastlähmung“ nur in verhältnissmässig seltenen Fällen angetroffen worden ist, so spricht dies keineswegs für eine grundsätzliche Verschiedenheit in der Organisation und in den physiologischen Verrichtungen des thierischen und menschlichen Gehirns. Vielmehr kann daraus nur der Schluss gezogen werden, dass die einzelnen Rindenfelder in einer besonderen Ausdehnung und Combination ausgeschaltet werden müssen, wenn einmal jene eigenthüm-

1) Citirt nach E. A. Schaefer, l. c.

lichen Störungen in der Bildung derjenigen Vorstellungen, welche von den physiologischen Veränderungen des Hautorganes und der kinästhetischen Organe ausgehen, entstehen sollen, und dabei muss diese Ausdehnung und Combination noch so ausfallen, dass die Bildung jener Vorstellungen nicht etwa durch gleichzeitige motorische oder intellectuelle Lähmung verhindert wird.

Ich bin sehr weit davon entfernt zu sagen, dass das Verhältniss der Sensibilität zur Motilität oder die Repräsentation der Sensibilität in der Hirnrinde des Menschen gänzlich aufgeklärt sei; vielmehr glaube ich, dass nach dieser Richtung hin die wichtigsten Aufgaben der nächsten Zukunft liegen; aber ich glaube auch, dass der Weg, auf dem diese Aufgaben zu lösen sein werden, durch den soeben angedeuteten Gedankengang bezeichnet wird.

Die andere vorher erwähnte Schwierigkeit: Die Restitution scheinbar verloren gegangener Funktionen, löst sich durch die gleiche Betrachtungsweise.

Wir wissen seit langer Zeit, dass Thiere niederer Ordnung ohne Grosshirn oder mit rudimentärem Grosshirn sehr complicirter Bewegungsformen fähig sind, welche auf dem Reflexwege angeregt und durch besondere, ihrem intercentralen und centrifugalen Verlaufe nach nur ungenügend bekannte Bahnen vermittelt werden. Bei höheren Tieren gesellt sich zu diesem System ein zu ihm in mannigfaltigen Beziehungen stehendes, der bewussten willkürlichen Bewegung dienendes, zweites motorisches System, welches seinen Anfang in den von mir gezeigten motorischen Centren und seinen Verlauf in der sich mit der höheren Entwicklung immer mehr und mehr herausbildenden Pyramidenbahn nimmt. Mit der Ausschaltung dieser Centren und dieser Bahnen fällt zwar bei solchen Thieren die bewusste, willkürliche Bewegung in den gewohnten Formen und bis zu einem gewissen Grade und beim Menschen in einem bei weitem höheren Grade fort. Indessen hatte ich schon in meiner ersten Arbeit gesagt, „es sei gewiss, dass in diesem Falle irgend einem motorischen Impulse noch andere Stätten und Bahnen offen stehen müssten, um geboren zu werden und zu den Muskeln zu eilen.“ Inzwischen sind wir durch die Versuche von Goltz und Munk belehrt worden, dass dasjenige, was ich damals für die Centren der Extremitäten nachwies, auch für Versuche mit Entfernung sämmtlicher

motorischer Centren Gültigkeit hat. Die Versuche von E. A. Schäfer,[1]) H. Munk[2]) und Anderen haben uns sodann gelehrt, in welcher Weise motorische Impulse von anderen als den motorischen Regionen der Hirnrinde des Thieres wirksam werden: sie zeigten, dass auf die Reizung des Hinterlappens conjugirte Augen- und Kopfbewegungen, also solche Bewegungen eintreten, welche den locomotorischen Gemeinschaftsbewegungen der Thiere gleichzusetzen sind. Schon hieraus war zu schliessen, dass solche Gemeinschaftsbewegungen nicht allein von der motorischen Region, sondern von weiten Bezirken der Hirnrinde aus auszulösen sind.

Zu gleichen Schlüssen führt uns eine andere Reihe von Versuchen. Schon Schiff[3]) hatte nachgewiesen, dass durch die Durchschneidung der Pyramiden die willkürliche Bewegung nicht aufgehoben wird. Diese Versuche sind mit dem gleichen Erfolge in neuerer Zeit in exacterer und vielfach variirter Weise von Starlinger,[4]) Redlich,[5]) Prus,[6]) H. E. Hering[7]) und Anderen wiederholt worden. Andererseits wurde durch eine Reihe dieser Versuche, welche zeigten, dass die elektrische Reizung der Rinde auch nach Durchschneidung dieser Bahnen noch epileptiforme und andere motorische Reizeffekte provocirte, der Beweis dafür geliefert, dass der motorische Theil der Rinde jene subcorticalen Centren und die von ihnen aus-

---

1) E. A. Schäfer, On elektrical excitation of the occipital lobe etc. Proc. Royal Soc. 1888. Vol. 43. Experim. on the elektr. excitation etc. Brain. 1888.

2) H. Munk, Sehsphäre und Augenbewegungen. Sitzungsberichte 1890.

3) Schiff, Lehrbuch der Physiologie. 1858/59. S. 306.

4) Starlinger, Die Durchschneidung beider Pyramiden beim Hunde. Jahrb. f. Psych. Bd. XV. 1897.

5) Redlich, Beiträge zur Anatomie und Physiologie der motorischen Bahnen bei der Katze. Monatsschr. f. Psych. u. Neurolog. 1899. Bd. V.

6) Prus, Ueber die Leitungsbahnen und die Pathologie der Rindenepilepsie. Wien. klin. Wochenschr. 1898.

7) H. E. Hering, Ueber Grosshirnrindenreizung nach Durchschneidung der Pyramiden oder anderer Theile des centralen Nervensystems mit besonderer Berücksichtigung der Rindenepilepsie. Wien. klin. Wochenschr. 1899. No. 33.

strahlenden Bahnen, welche nach Untersuchungen von Redlich und H. E. Hering wahrscheinlich durch die Haube, und nach Untersuchungen von Homén[1]) und besonders Redlich im Rückenmark, wahrscheinlich im Fasciculus marginalis anterior und im Fasciculcs intermedio-lateralis verlaufen, beherrscht.

Jene Restitution hat also durchaus nichts Auffallendes mehr. Wenn bei dem cortical verstümmelten Hunde und in gewissem Sinne auch beim Affen zunächst ein wirres Durcheinander oder wohl auch ein gänzliches Fehlen der motorischen Aeusserungen zu beobachten ist, so erklärt sich dies, insoweit nicht Hemmungs-Shok-Wirkungen Platz greifen, dadurch, dass die restirenden motorischen Impulse in einer ungewohnten und regellosen Form abgegeben werden. Allmälig findet dann mit dem Aufhören der Shokwirkungen eine Anpassung an die neuen Verhältnisse und gleichzeitig eine Bahnung noch vorhandener Leitungswege statt. Munk hat versucht, dasjenige, was ich hier Bahnung nenne, in eingehender Weise zu verfolgen und zu erklären, ohne dass ich diesem Versuch jedoch mehr als den Werth einer Hypothese beizumessen vermöchte. —

Vergleichen wir nunmehr gemäss der uns gestellten Aufgabe den Standpunkt der heutigen Wissenschaft mit den von Hughlings Jackson von 30 Jahren aufgestellten Theorien, so ergiebt sich zwar, wie dies bei den dem menschlichen Forschen anhaftenden Mängeln nicht anders erwartet werden kann, dass einzelne seiner Ansichten im Ganzen oder in einzelnen Theilen einer Correctur bedurften, während über andere noch heute Zweifel herrschen, dass aber die wesentlichsten von ihnen durch die physiologische Forschung — ganz zu geschweigen von klinischen und anatomischen Untersuchungen — eine glänzende Bestätigung gefunden haben. Sehen wir von jenem ab, was allmälig der Vergessenheit anheim fallen wird, so müssen wir in erster Linie als ein unauslöschliches Blatt in der Geschichte der Medicin die Jackson'sche Lehre von den corticalen Krämpfen, ebensowohl, was das allgemeine Princip von der Ladung und der auf nachbarliche Gebiete übergreifenden Entladung der Rinde angeht, hervorheben,

1) Homén, Contribution expér. à la pathologie et à l'anatomie de la moëlle épinière.

wie die zahlreichen Einzelheiten, durch welche dieses Princip seine Erläuterung und feste Begründung gefunden hat. Hierhin gehört vornehmlich die Feststellung derjenigen Muskeln, in denen der corticale Krampf zu beginnen pflegt und der Reihenfolge, in der sie bei verschiedenartigem Beginn von dem Krampfe befallen werden.

Im engen Zusammenhange hiermit steht die Theorie, welche die corticalen motorischen Centren im Gebiete der Arteria fossae Sylvii suchte und speciell das Centrum für die der Sprache dienenden Muskeln in örtliche Beziehung zu der Broca'schen Windung brachte.

Ebenso hat sich meiner Ueberzeugung nach seine Anschauung von der corticalen Combination von Bewegung und Empfindung im Princip als richtig erwiesen und sie sowohl, wie die Lehre von der corticalen Auseinanderdrängung subcorticaler Einheiten durch neue Combinationen wird sicherlich in der Zukunft eine führende Rolle in unseren Ansichten von dem geistigen Geschehen spielen, wennschon mancherlei im Einzelnen daran der Ergänzung und Berichtigung werth erscheinen mag. Auch das allgemeine Verhältniss der subcorticalen Gebilde zu dem cerebralen Mechanismus erscheint gerade nach den neuesten Forschungen wieder mehr in dem Lichte, in dem Hughlings Jackson und die ältere Schule es betrachtete, obwohl die Begründung jener Ansichten Dr. Jackson's von einer irrthümlichen Voraussetzung über die Rolle der Capsula interna und der benachbarten grauen Substanz ausgingen. Zweifelhaft mag es auch heute noch erscheinen, ob diese grauen Massen einer selbstständigen primären Ladung oder nur einer secundären Ladung durch die Rinde fähig sind.

Nehmen wir Alles in Allem, so sehen wir schon in dem von mir geschilderten Theile seiner wissenschaftlichen Arbeiten das Wirken eines Mannes, auf den jede Nation mit Recht stolz sein darf. —

Die erste physiologische Arbeit auf dem Gebiete, welches wir heute betraten, blieb unter dem Donner der Kanonen, die die Geschicke Mitteleuropas umgestalteten, Jahre lang unbeachtet. Mit der Entwicklung friedlicherer Zeiten hat sich an sie aber eine kaum mehr zu übersehende Literatur angeschlossen. Auch wir, wir Arbeiter auf dem Gebiete der Naturwissenschaften, welcher Nation auch immer wir

angehören mögen, sind Streiter und bilden eine Armee, aber eine Armee, die eine Trennung in verschiedene Lager infolge nationaler oder anderer Interessen nicht kennt, eine Armee, die einig ist in dem Interesse nach der Erforschung der Wahrheit, in dem Kampf gegen Unwissenheit und alle die Hindernisse, welche man unserem Bestreben nach der Erreichung unserer idealen Ziele entgegenstellen möchte. Als ein Ausdruck der Gemeinsamkeit unserer Sache mag es gelten, dass ich, ein Fremder, heut zur Würdigung eines Forschers dieses Landes berufen war und auch aus diesem Grunde habe ich mich meiner ehrenvollen Aufgabe mit freudigem Stolze entledigt.

Druck von L. Schumacher in Berlin.

